

surface code について。Ref[2] の資料は topological code を学習する上でかなりわかりやすい。

## わかっていること

- surface code では braid を用いないと CNOT gate が実現できない (性質)、むしろ braid を用いれば CNOT gate を実現できる。
- surface code の hole の大きさは、code distance に対応し、大きくなると error が小さくなる。しかし、測定回数が増える Ref[1]。← WHY
- Schrodinger picture は operator が time-independent だと考えるが、Heisenberg picture は wave function が time-independent だと考える。
- braiding qubits は data qubit の操作は unitary ではないが、logical qubit の操作は unitary
- surface code では qubit を移動させることによって、byproduct operator が発生するが、これらは Z と X の反可換性により相殺できる。ただし、その制御はソフトウェアに任せる。Ref[1]
- surface code では logical qubit の移動がすぐにできるため、距離の遠い logical qubit 同士の相互作用も簡単に実現できる Ref[1]。
- In order to decide whether a curve is a boundary or not we need global information about it in surface code.
- surface code は局所性をアイデアにできている Ref[2]。
- The key for fault tolerance is statistics: an error that cannot be corrected but is unlikely to occur is not important.

## 問題

- order  $10^8$  qubits is probably the smallest number needed for a practical factoring computer Ref[1]

## 思考

- 中性原子、surface coding の両方に qubit の移動の話が出てくることから、この 2 つは親和性が高い。あと立体に配置する点 (推測)
- easy initialization と difficult initialization はどちらがいいのか (要調査)
- braiding で  $d$  以上動かすとどうなるのか (要調査)
- braiding transformation と複素関数の周回積分は似ている。

## REFERENCE

- [1] Andrew N. Cleland, An introduction to the surface code, SciPost Phys. Lect. Notes 49 (2022)
- [2] Héctor Bombín, An Introduction to Topological Quantum Codes, arXiv:1311.0277 (2013)

## 要調査

- 超伝導やシリコンスピンで取り除かなければならない異質とは何か
- 中性原子の parasitic charge とは
- 中性原子の配列をグラフ理論の点に対応させることで問題を解ける
- 中性原子の量子ビット再配列方法
- analog simulation の可能性
- nFT state preparation
- feedforward と mid-circuit measurement の違い
- Instantaneous Quantum Polynomial
- hole の大きさ・braiding で  $d$  以上動かすとどうなるのか
- easy initialization と difficult initialization はどちらがいいのか